



TITLE:

# <産業界の技術動向>最近の電力会社を取り巻く動向について

AUTHOR(S):

花田, 敏城

---

CITATION:

花田, 敏城. <産業界の技術動向>最近の電力会社を取り巻く動向について. Cue 2018, 40: 11-16

ISSUE DATE:

2018-09

URL:

<https://doi.org/10.14989/235648>

RIGHT:

## 産業界の技術動向

# 最近の電力会社を取り巻く動向について

関西電力株式会社 研究開発室

花 田 敏 城

## 1. はじめに

近年、温暖化の悪影響が色々なところで現れはじめました。氷河や北極、南極の水が溶け、海面が上昇したことによる海岸線の侵食、また超大型台風などの異常気象も海面上昇したことが原因だと考えられています。そのため、CO<sub>2</sub>削減は世界的な優先課題となっています。

エネルギー自給率が10%にも満たない日本のエネルギー供給は、約8割を「化石燃料」に依存しています。温室効果ガス排出の大部分が化石燃料の燃焼によるものであるため、これからは太陽光や風力、地熱などの自然の力を使った「再生可能エネルギー」の普及に向けて、世界的にエネルギー供給のしくみが大きく変化してきています。

日本では、東日本大震災後全ての原子力発電所が停止となり「化石燃料」の依存がさらに高まってしまいましたが、翌年の2012年に固定価格買取制度（FIT）が導入され、再生可能エネルギーの年間電源構成（kwh）比率は、震災前2010年度の9.6%から2016年度には約15%へと、太陽光発電（以下PVと記載）を中心に急速に導入が進んできています。2018年7月に策定された「第5次エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組方針が明記され、さらなる再生可能エネルギーの導入促進と原子力の再稼働により、エネルギー自給率を2016年度時点の8%から2030年度に24%へと目標値も設定されています。

再生可能エネルギーへの転換が急速に進んでいく中で、これまでの電力供給システムでは対応できない課題も出てきています。しかし、近年第4次産業革命ともいわれる、IoT、ビッグデータ、AI等の技術革新が急速に進展してきており、本稿では、関西電力が新しい技術で課題解決に向けて取り組んでいる事例について紹介します。

## 2. 最近の電力システム上の課題

これまで電気は、水力・火力・原子力といった発電所で作られ、送電線や変電所などを經由してお客さまにお届けしてきました。電気は、常に、需要と供給のバランスがとれるようにコントロールしなければなりません。もしもこのバランスが崩れると停電になってしまいます。

再生可能エネルギーは、クリーンなエネルギー源として期待されているものの、自然任せの発電であるがゆえ、天候によって発電量が大きく左右されます。

そのため、電気の需要と供給のバランスをとることが難しくなるなどの電力システム上の諸課題（表1）が一層浮き彫りになり、早急な対応が必要となっています。再生可能エネルギーの導入が進んでいるカリフォルニアでは、将来において大規模発電所が担う電力システム内の需要が朝方から日中にかけて落ち込み、その後夕方から日没にかけて急増する「ダックカーブ現象」の発生が懸念されています（図1）。このような、急激かつ大きな変動を「ランプ変動」と呼びますが、その変動に対する追従性の検討も必要になってきています。

日本においても、九州本土で同様の問題が起こり始めています。年間を通じて電力需要量が少なく、かつ、日照条件がよかったゴールデンウィークの日に、まさにカリフォルニアで危惧されていた「ダッ

表 1 再生可能エネルギーに起因する電力システム上の課題

区分	電力システム上の課題	概要
平常時	全系 需給の課題 (周波数変動を含む)	●再生可能エネルギーの導入増加や急な出力変動により、電力システム全体の需要と供給のバランスが崩れる。
	ローカル 線路過負荷の課題	●特定の送電線／配電線に多く電力潮流が流れてしまい、線路過負荷が生じる
	ローカル 電圧の課題	●再生可能エネルギーの出力により、電圧変動が生じ、逆潮流などを招く
	ローカル 高調波・フリッカ等の発生	●非線形要素を含むPCSからの出力が、高調波・フリッカ等の電力品質上の悪影響をもたらす
事故時	全系 過渡安定度の問題	●PCS電源の増加に伴い、電力システム全体の同期特性(同期化力、慣性)が低下する恐れがある
	全系 一斉解列の問題	●再生可能エネルギーの不要解列により、波及的に解列が生じてしまう可能性がある
	ローカル 単独運転の問題	●事故時において、意図していないにも関わらず、単独運転が発生する可能性がある
	ローカル 短絡容量増加の問題	●既設遮断器の定格遮断電流を超過するなど、短絡容量が増加するおそれがある

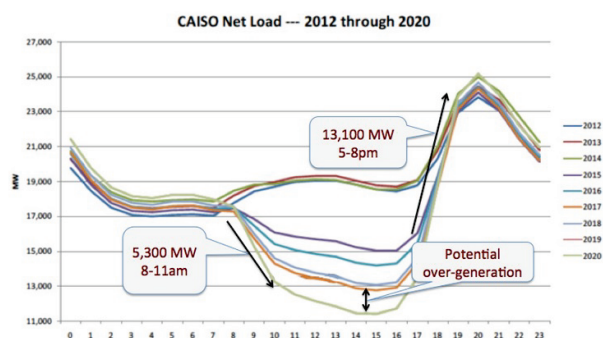


図 1 カリフォルニアのダックカーブ (2012-2020)  
出所：Clean Coalition 社 HP  
(<http://www.clean-coalition.org/resources/integrating-high-penetrations-of-renewables/>)

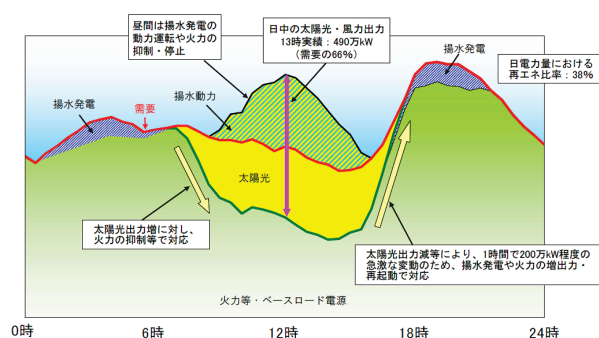


図 2 需要と供給のバランス (平成 28 年 5 月 4 日)  
出所：九州電力 HP  
(<http://www.kyuden.co.jp/var/rev0/0055/4201/2ntja6f6cpd.pdf>)

クカーブ」と同様の状況となってきたことが図 2 の需給バランスのグラフから理解頂けると思います。この時には、今まで夜間にピーク電力需要に備えて水をくみ上げていた「揚水発電所」を、PV 出力のピーク時間帯に「負荷」として稼働させ、PV 出力が低下する夕方に「発電機」として発電電力を補うことで、ランプ変動の緩和対応が行われました。

今後、再生可能エネルギーの導入が進むことで、他の地域においても、同現象に備える必要があります。

### 3. 課題解決に向けた関西電力の取組み

#### (1) これまでの取組み

本項では、再生可能エネルギーに起因する課題解決に向けた技術開発の中で、近年特に注目が集まっている蓄電池に代表される「電力貯蔵」技術を活用した取組みと、天候に左右される再生可能エネルギーの中で PV の発電量予測に関する取組み内容について紹介します。

#### (ア) 「電力貯蔵」技術を活用した取組み

関西電力では、東日本大震災前から、再生可能エネルギーの大量導入を想定し、電力系統の供給信頼度を確保するために「蓄電池」を活用した研究開発を行ってきました。図 3 は、2010 年から堺港のメガソーラーが連系される変電所に、電力ピークシフト、瞬時電圧低下対策、停電対策を同時に兼ね備えた

「ニッケル水素電池を用いた多機能電力貯蔵装置」を設置し、実証研究したものです。結果、電池の充電率（SOC:State of Charge）特性、電池寿命評価などの知見が得られました。その基礎データを元に実際の需給制御システムのシミュレーションモデルを構築し（図4）、周波数変動調整に必要な蓄電池容量、周波数変動抑制効果などが把握できました。

#### （イ）PVの発電出力予測の取組み

PVは天候による日射変動で出力が大きく変動するため、その普及拡大が電力システムに影響を与えます。関西電力では、周波数を一定に維持する需給調整への活用を目的に、PV出力の推定・予測システムを開発し、2016年から中央給電指令所で運用開始しています。

システム概要は、図5となります。PV出力を把握するにあたって、PVは出力の小さな発電設備が広域に分散して設置されているため、全てのPVシステムを計測することは現実的ではありません。そこで、気象衛星（ひまわり）が撮影した雲画像から、雲の高度や形状を分析し、地表面の日射強度を推定した結果（図5内の「アポロン」システム）とPVマップデータから1kmメッシュのPV出力予測をしています。日射強度は、3時間30分先まで3分刻み、1kmメッシュで予測することができます。なお、気象衛星がひまわり7号から8号に更新され得られるようになった各種画像（赤外線、水蒸気画像など）を活用し、雲の移動予測精度を高め、さらなるPV出力の予測精度の向上に取組み中です。

#### （2）現在の取組み

今後、電気を直接貯めることができる蓄電池、電気自動車などがますます普及する見込みです。さらに、家庭や企業のあらゆる機器をネットワークにつなぐ技術が発達してきています。この技術を使って、需給バランスをとるため、需要家側の機器を制御し、あたかも発電所のように活用することを「VPP（バーチャルパワープラント・仮想発電所）」といいます。その実証事業における取組みを紹介します。

本事業の将来のビジネスモデルは、経済産業省主催の「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス<sup>\*1</sup>（ERAB）検討会」にて、今後新設予定のものも含めた各種電力取引市場（需給調整市場、容量市場など）での活用が検討されています。なお、同検討会では通信・機器の規格およびサイバーセキュリティ対策などの制度面の検討もなされています。

関西電力では、この実証事業の取組みを「関西VPPプロジェクト」（図6）と呼んでいます。本プロジェクトを進めるにあたっては、将来ビジネスモデルの検討や提供するサービスを実現するための技術的な

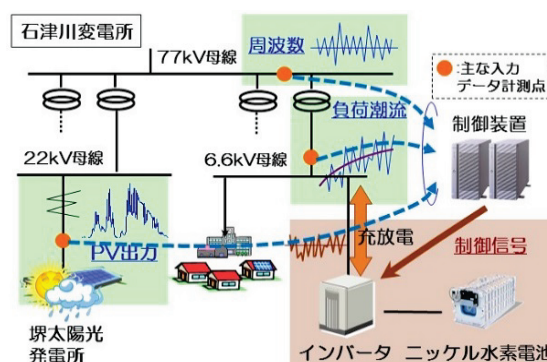


図3 「多機能電力貯蔵装置」の概要

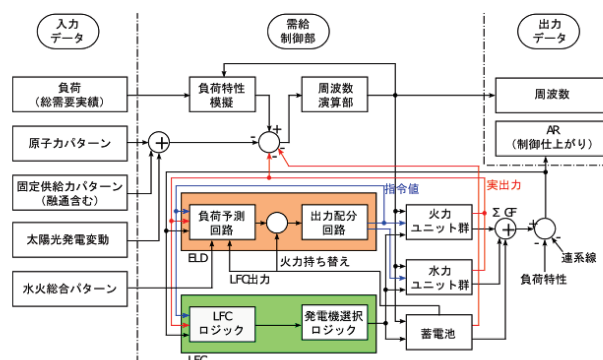


図4 蓄電池を用いた需給制御システムのシミュレーションモデル

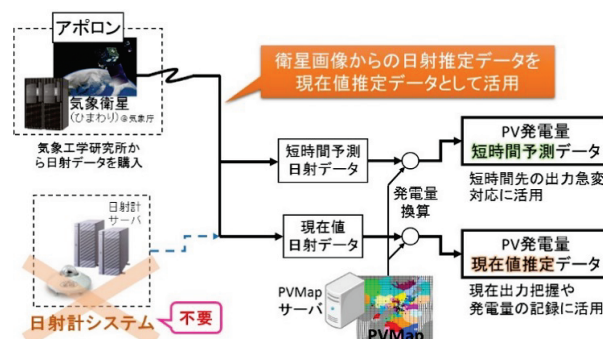


図5 太陽光発電出力推定・予測システムの概要



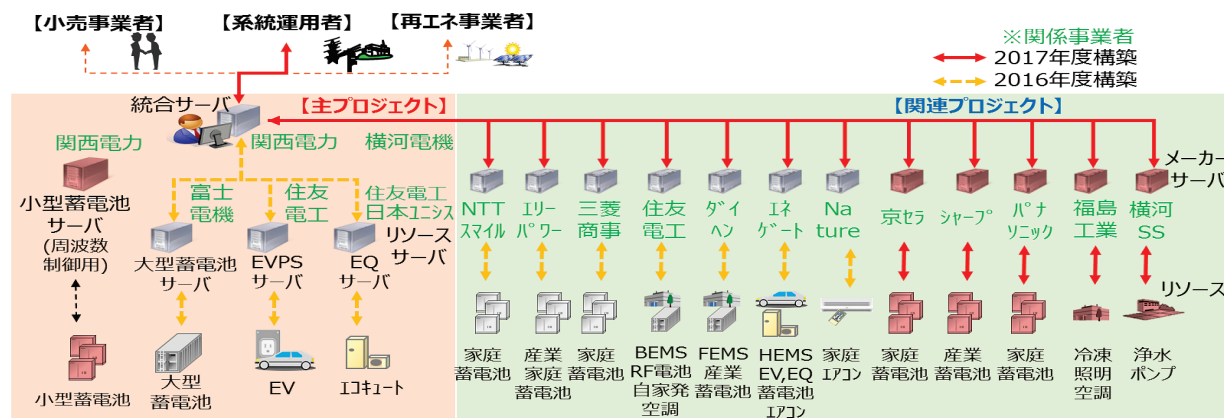


図6 関西VPPプロジェクトのシステム構成

課題解消を図りつつ、事業に活用可能なリソースを積極的にアグリゲート（集めること）することが必要であると考えています。そのため、VPP 事業のメインとなる機能確立部分である「主プロジェクト」と、メーカ等が中心となってリソースの活用実証を進める「関連プロジェクト」に区分して実証を進めています。また、本プロジェクトの特徴は、様々なリソースの制御を試みている点にあります。

本プロジェクトは、2016 年度から開始し、2017 年度にシステム構築が完了、実フィールドでの基礎的な制御の確認を行いました。2018 年度には、より速い制御システムの開発、リソースの拡大、精度向上のためのシステム改良を行う予定です。

昨年度に、システム制御の確認のために実施した試験内容の一部を、図7から図11で紹介します。各グラフデータは、指令システムから一定時間の需要増減目標値の指示を受けた時の動作状況の時間変化となります。なお、各グラフ内の「ベースライン」は、指令がなかった場合の需要変動予測値であり、その差が制御により実現できた需要変化量となり、概ね目標値に近い制御が実現できました。

図7：産業用蓄電池のリソース単体の動作データです。4時間需要を下げる指令を受けた動作結果です。

図 8、9：ポンプ、空調など複数のリソースでの動作データです。変化量を各リソースの合計値で表示しており、図 8 が需要増、図 9 が需要減の指令に対する動作結果となります。

図 10、11：電気自動車（EV）の充電を制御するシステム概要と、動作データです。52 台の EV に充電指令を出し、32 台が動作できた結果となります。

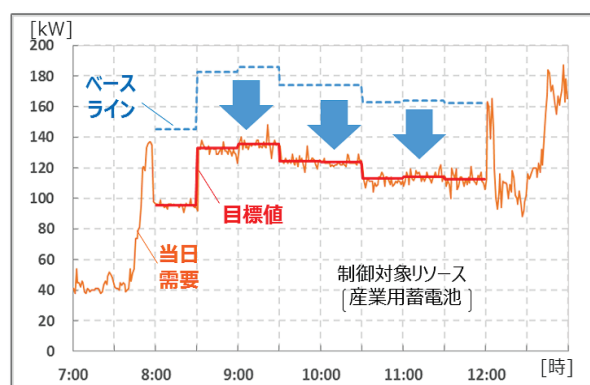


図7 4時間マイナス目標値指令した例  
(リソース1つ)

#### 4. 将来の電力ビジネス

再生可能エネルギーの大量導入を見据え、今後想定される市場環境において、再生可能エネルギーの導入が多い欧米の電力ビジネス環境変化を参考にすると、「顧客中心」の新しいビジネスモデルの構築を行うことが事業継続のためには必要となってきました。その中で、「デジタル活用」が新ビジネス展開を考える上で重要な技術となっており、複数の業界が融合したビジネスモデルが今後構築される可

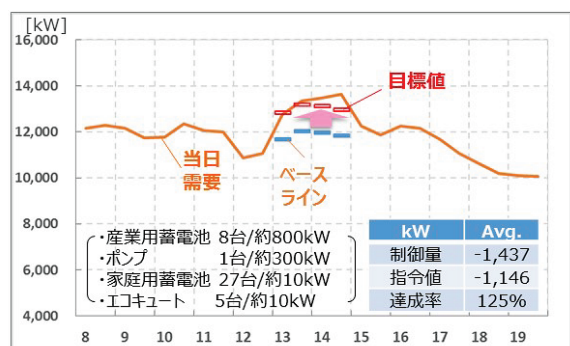


図8 2時間プラス目標値指令した例  
(リソース複数)

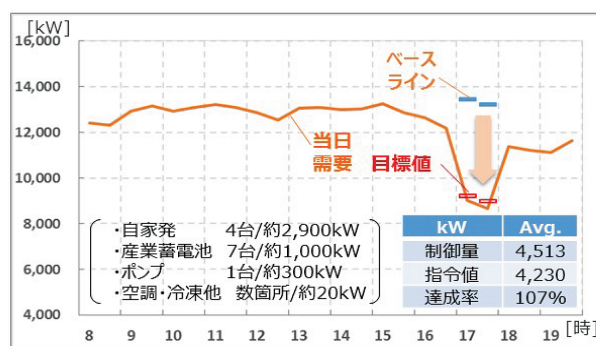


図9 1時間マイナス目標値指令した例  
(リソース複数)

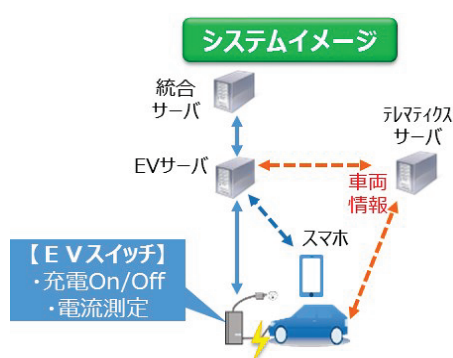


図10 EVの充電制御システム概要

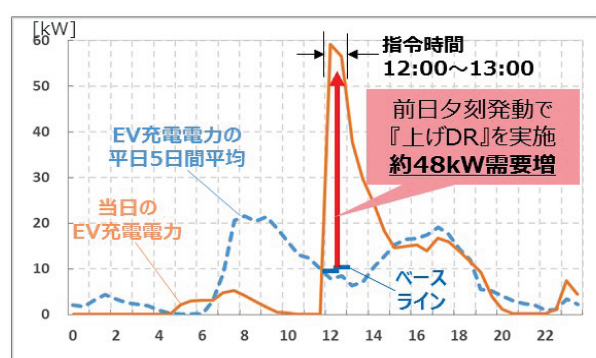


図11 1時間EV充電指令した例(32台動作)

能性もあります。また、分散型電源の活用方法によっては、今まで単なる消費者であった方が、サービス提供者となれる可能性も開けてきます。

例えば、PVをはじめとした再生可能エネルギー等の普及により、現在の電力供給システムは、従来の大規模集約型から自立分散型のシステムへ変化してきており、将来的には、PVなどを保有する需要家は生産消費者（プロシューマー）として、他の電力消費者と専用のプラットフォームを介して、電力を直接取り引きするようなサービス提供も可能となります。

現在、金融をはじめ各業界においてブロックチェーン<sup>\*2</sup>技術の普及が進んでおり、電力直接取引においても、ブロックチェーン技術を活用し、電力会社を介さない取引などが考えられます。海外の先行事例として電力直接取引（電力P2P取引<sup>\*3</sup>）サービスを提供するビジネスも実際に誕生しており（図12）、日本でも研究開発が進められています。

電力業界だけに留まらず、EVへのシフトなど他の業界動向の変化も想定し、新たなサービス（価値）提供による、より便利な暮らしをお客さまに提供できるビジネスモデルが、近い将来に数多く誕生していくと思われます。

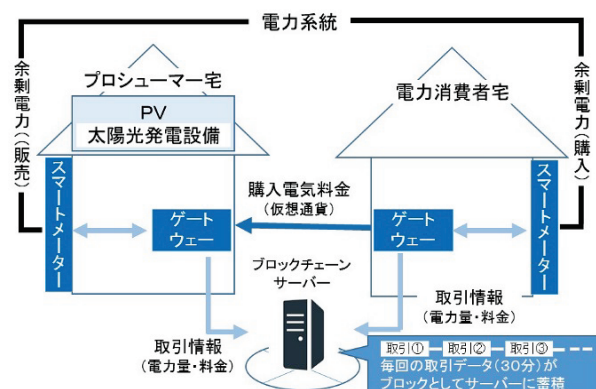


図12 電力P2P取引ビジネスの例

## 5. 終わりに

現在の取組みとして紹介した VPP システムの核心部は、個々の需要家にハードとソフトの窓口（ゲートウェイ）を設置していること、その窓口そのものが双方向通信できることにあります。この VPP システムの特性と性能を活かした VPP ビジネスを展開する未来は、蓄電池活用プラットフォームビジネス、電力直接取引プラットフォームビジネス等今までになかった新しい価値を提供するサービスの拡大が期待できるものです。

地球温暖化防止のための再生可能エネルギーのさらなる大量導入実現に向けて、将来主役となつての活躍が期待される電気関係の学生の皆さん、関西電力が経営理念で掲げる「お客さまと社会のお役に立ち続ける」という使命を果たすため、エネルギー業界におけるイノベーションの進展を、一緒に実践していきましょう。

### 【用語解説】

- ※ 1 「エネルギーリソースアグリゲーションビジネス」：リソースアグリゲータの事業に加え、需要家のエネルギー設備を遠隔で制御することで、需要家自身へのサービス提供を含めたビジネス
- ※ 2 「ブロックチェーン」：分散型台帳技術とも呼ばれ、仮想通貨ビットコインの中核技術を原型とするデータベースのこと。ブロックと呼ばれる順序付けられたレコードが連続的に増加するリストを持つ。各ブロックには、タイムスタンプと前のブロックへのリンクが含まれており、一度記録するとブロック内のデータを遡及的に変更することができない。P2P ネットワークと分散型タイムスタンプサーバーの使用により、自律的に管理される。
- ※ 3 「電力 P2P 取引」：P2P とは、Peer to Peer（ピア・ツー・ピア）の略で、もともと複数の端末間で通信を行う方式。電力取引の場合、個人の太陽光発電などの分散電源で発電した電気を、別の個人の消費者へ送ることで直接取引することをいう。